

Vili Veijalainen

# HSY-alueen jätevesipumppaamoiden kaukokäyttöjärjestelmien yhtenäistäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Automaatiotekniikka  
Insinöörityö  
19.5.2011

Tekijä(t) Otsikko	Vili Veijalainen HSY-alueen jätevesipumppaamoiden kaukokäyttöjärjestelmien yhtenäistäminen
Sivumäärä Aika	29 sivua + 7 liitettä 19.5.2011
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Prosessiautomaatio
Ohjaaja(t)	Automaatioryhmän vetäjä Juha Järvenpää Lehtori Jukka Pirinen
<p>Tämän insinöörityön aihe syntyi Helsingin, Espoon, Kauniaisen ja Vantaan vesitoimintojen yhdistyttyä HSY-vedeksi vuoden 2010 alussa. Jokaisella kaupungilla oli käytössä oma jätevesipumppaamoiden kaukokäyttöjärjestelmä. Yhdistymisen myötä HSY-alueella oli nyt yhteensä yli viisisataa jätevedenpumppaamoa. Yhteisen organisaation myötä neljän eri pumppaamojärjestelmän ylläpito ei enää ollut järkevää, joten päätettiin käynnistää selvitystyö järjestelmien yhdistämismahdollisuuksista.</p> <p>Työ jaettiin kolmeen osaan. Ensimmäisessä osiossa kartoitettiin nyt käytössä olevien järjestelmien toteutusta sekä laitteistoa. Työn seuraavassa osiossa tutkittiin käytössä olevien tiedonsiirtotapojen ominaisuuksia ja soveltuvuutta pumppaamotiedonsiirtoon. Viimeisessä osiossa tutkittiin järjestelmien yhdistämismahdollisuuksia aiempien osioiden selvitysten perusteella.</p> <p>Ensimmäisen osion päätteeksi tuotettiin kuvaukset eri järjestelmiin asennetuista alaseamista ja käytössä olevista tiedonsiirtotavoista. Kaukokäyttöjärjestelmien pitkstä elinkaaresta johtuen käytössä oli monia laitesukupolvia sekä monen eri tyyppin tiedonsiirtoratkaisuja.</p> <p>Eri tiedonsiirtoratkaisuiden soveltuvuutta pumppaamotiedonsiirtoon tutkittiin vertailemalla niiden toteutustapoja ja ominaisuuksia sekä myös eri tiedonsiirtotapojen käyttö- ja perustamiskustannuksia. Vertailussa parhaiten tarkoitukseen soveltuviksi todettiin radiomodeemi- ja GPRS-tiedonsiirto.</p> <p>Työn viimeisessä vaiheessa tutkittiin yhden yhtenäisen kaukokäyttöjärjestelmän toteutusta. Lähtökohtana oli hyödyntää mahdollisimman suuri osa jo asennetuista pumppaamon alaseamista. Selvityksen tuloksena esitettiin avoimen kaukokäyttöjärjestelmän periaatteellista toteutusmallia.</p> <p>Tämän selvitystyö toimi lähdeaineistona syksyllä 2010 käynnistetylle yhtenäisen pumppaamoiden kaukokäyttöjärjestelmän yleissuunnitteluprojektille.</p>	
Avainsanat	kaukokäyttö, jätevedenpumppaamo, tiedonsiirto

Author(s) Title Number of Pages Date	Vili Veijalainen Integration of remote control systems for wastewater pumping in HSY-area 29 pages + 7 appendices 19 May 2011
Degree	Bachelor of Engineerin
Degree Programme	Automation Technology
Specialisation option	Process automation
Instructor(s)	Juha Järvenpää, leader of automation group Jukka Pirinen, Lecturer
<p>The topic of this thesis arose when Helsinki, Espoo, Kauniainen and Vantaa municipal water services were combined into HSY water in early 2010. Each city had its own remote control system for wastewater pumping stations. After the combination, there are over five hundred wastewater pumping stations in the HSY area. In one organisation it was no longer reasonable to maintain four different remote control systems for wastewater pumping, so it was decided to launch a project to investigate the possibilities to combine four systems into one.</p> <p>The thesis project was divided into three sections. In the first section, existing pumping station control system implementations were surveyed. In the second section, existing data transfer methods were compared based on their features and suitability for use in wastewater remote control systems. In the last section, combination possibilities of each system were investigated on the basis of the earlier investigations of this thesis.</p> <p>At the end of the first section, descriptions of systems hardware and existing data transfer methods were produced. Due to the long life cycle of the wastewater pumping remote control system, there were many generations of the device as well as many different types of data transfer methods used in existing systems.</p> <p>The suitability of different data transfer methods for use in wastewater remote control systems were investigated by comparing their implementation methods and features as well as their establishment and operating costs. On the basis of the comparison, radio modem and GPRS data transfer were discovered to be the most appropriate data transfer solutions for wastewater pumping remote control systems.</p> <p>In the last section, the implementation of one integrated remote control system were investigated. The starting point was to utilize the existing pumping station hardware as much as possible. As a result, guidelines for an open remote control system implementation were presented. This thesis has acted as a source material for a larger project to produce general plans for one integrated remote control system for HSY wastewater pumping stations which started in autumn 2010.</p>	
Keywords	remote control system, wastewater pumping, data transfer

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Lähtökohdat ja tavoitteet	1
2.1	Lähtötilanne	1
2.2	Tavoitteet	2
3	Pumppaamojärjestelmät	2
4	Pumppaamoiden ala-asemat	3
4.1	Yleiskuvaus	3
4.2	Asennettu laitekanta	5
4.2.1	Helsinki	5
4.2.2	Espoo	6
4.2.3	Vantaa	7
4.3	Hankintamallit	7
4.4	Tulevat ala-asema hankinnat	8
5	Tiedonsiirto ala-asemilta	9
5.1	Käytössä olevat tekniikat	9
5.1.1	Soittomodeemi (PSTN)	9
5.1.2	GSM-datamodeemi	10
5.1.3	GPRS-modeemi	11
5.1.4	Radiomodeemi	12
5.2	Pumppaamo tiedonsiirtoon soveltuvat tekniikat	13
5.2.1	Tiedonsiirtoyhteyksien tulevaisuuden vaatimukset	13
5.2.2	Yleistä	14
5.2.3	Soveltuvien vertailu	14
5.3	Päivitys uusiin tiedonsiirtotapoihin	15
5.3.1	Yleistä	15
5.3.2	Helsinki	15
5.3.3	Vantaa	17

5.3.4	Espoo	18
6	Yhtenäinen valvomojärjestelmä	18
7	Mahdollisuudet yhteen yhteiseen valvomojärjestelmään siirtymiselle	20
7.1	Käytössä olevien valvomo-ohjelmistojen hyödyntäminen	20
7.1.1	Yleistä	20
7.1.2	LabkoWin	20
7.1.3	Ahti	21
7.1.4	Kauko	21
7.2	Käytössä olevien ala-asemien hyödyntäminen	22
7.2.1	Yleistä	22
7.2.2	Elsa-2000	22
7.2.3	Elsa-2000-selvitys	23
7.2.4	Elsa-i	24
7.2.5	Labko 901 ja V280	24
7.2.6	Espoon Omron-ala-asemat	25
7.2.7	Espoon muut ala-asemat	25
7.3	Periaatteellinen malli yhtenäisen järjestelmän toteutuksesta	25
8	Yhteenveto	26
	Lähteet	28
	Liitteet	
	Liite 1. Helsingin Labko-järjestelmän järjestelmäkaavio	
	Liite 2. Espoon Ahti-järjestelmän järjestelmäkaaviop	
	Liite 3. Vantaan Kauko-järjestelmän järjestelmäkaavio	
	Liite 4. Laskelma Helsingin soittomodeemien korvaamisesta GPRS-modeemeilla	
	Liite 5. Laskelma Vantaan soittomodeemien korvaamisesta GPRS-modeemeilla	
	Liite 6. Laskelma Helsingin soittomodeemien korvaamisesta radiomodeemeilla	
	Liite 7. Laskelma Vantaan soittomodeemien korvaamisesta radiomodeemeilla	

## 1 Johdanto

Tämän insinööri työn on tehty Helsingin seudun ympäristöpalveluiden (HSY) vesitoimialan jätevesiosastolle. Työn aihe syntyi Helsingin, Espoon, Kauniaisen ja Vantaan vesitoimintojen yhdistyttyä HSY-vedeksi vuoden 2010 alussa. Jokaisella kaupungilla oli käytössä oma jätevesipumppaamoiden kaukokäyttöjärjestelmä. Yhdistymisen myötä HSY-alueella oli nyt yhteensä yli viisisataa jätevedenpumppaamo. Yhteisen organisaation myötä neljän eri pumppaamojärjestelmän ylläpito ei enää ollut järkevää, joten päätettiin käynnistää selvitystyö järjestelmien yhdistämismahdollisuuksista.

Tämä insinööri työ on jaettu kolmeen eri osioon. Työn ensimmäisessä osiossa kartoitetaan nyt käytössä olevien järjestelmien toteutusta sekä ominaisuuksia. Työssä keskitytään järjestelmien yhdistymisen kannalta olennaisiin osiin kuten pumppaamon alasemaan, tiedonsiirtoyhteyksiin sekä järjestelmien rajapintoihin. Käyttäjän näkemät järjestelmän käyttöön liittyvät ominaisuudet jätetään vähemmälle huomiolle.

Työn seuraavassa osiossa tutkitaan käytössä olevien tiedonsiirtotapojen ominaisuuksia ja soveltuvuutta pumppaamotiedonsiirtoon. Tämän osion päätteeksi tutkitaan laajemmin soveltuviksi havaittujen tiedonsiirtotapojen teknistä toteutusta.

Viimeisessä vaiheessa tutkitaan järjestelmien yhdistämismahdollisuuksia aiempien osioiden selvitysten perusteella. Tämän osion päätteeksi luodaan periaatteellinen malli modulaarisesta järjestelmästä, joka hyödyntää nyt asennettuna olevia pumppaamoalasemia.

## 2 Lähtökohdat ja tavoitteet

### 2.1 Lähtötilanne

HSY:n muodostumisen myötä eri kaupunkien jätevesipumppaamoiden kunnossapitotoiminnot on yhdistetty saman Kaukokäyttö ja automaatio –organisaation alle. Tämän organisaation tehtävänä on ylläpitää kaikkia kolmea käytössä olevaa pumppaamojärjes-

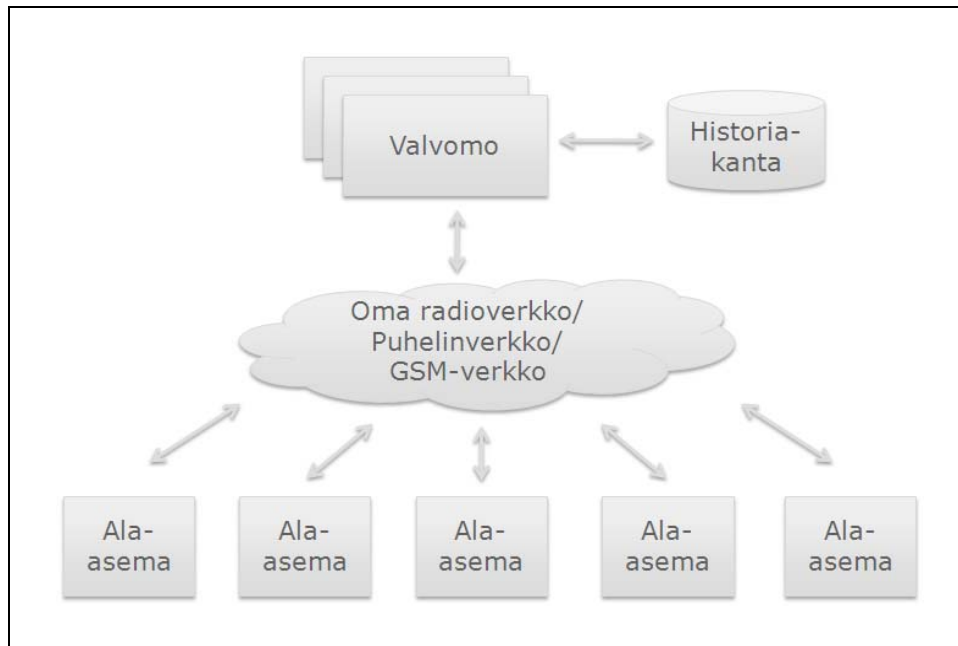
telmää. Kolmen järjestelmän ylläpito aiheuttaa turhia päällekkäisiä kustannuksia sekä runsaasti lisätyötä kunnossapitohenkilökunnalle.

## 2.2 Tavoitteet

Tämän työn päätavoitteena on tuottaa kuvaus nykyisten järjestelmien teknisestä rakenteesta ja ominaisuuksista. Työn tietoja voidaan käyttää lähtöaineistona tulevaisuudessa mahdollisesti käynnistettävässä laajassa pumppaamojärjestelmien yhdistämisprojektissa. Työn toissijainen tavoite on tuottaa tietoa pumppaamoiden tiedonsiirtoyhteyksien uusimista varten.

## 3 Pumppaamojärjestelmät

Pumppaamovalvontajärjestelmät rakentuvat pääpiirteittäin kolmesta eri osasta. Näitä ovat pumppaamon ala-asema, pumppaamovalvomo-ohjelmisto sekä näiden välinen tiedonsiirtoyhteys. Pumppaamon ala-asema on itsenäinen pieni ohjauslogiikka, joka ohjaa pumppuja pumppaamokaivon pinnan perusteella. Ala-asema huolehtii myös mittaushistorian keruusta ja liikennöinnistä valvomo-ohjelmiston kanssa. Yhteys valvomo-ohjelmistoon on toteutettu kohteesta riippuen joko soittomodeemilla, GPRS-modeemilla, GSM-data-modeemilla tai radiomodeemilla. Valvomo-ohjelmistossa kukin pumppaamo on esitetty omalla sivullaan. Sivuilla näytetään pumppaamokaivon kuva sekä mittaustietoja, kuten pinnankorkeus ja virtaama, sekä myös tietoja pumppujen tilasta ja käyntihistoriasta. Valvomo-ohjelmisto kerää pumppaamoilta mittaustietoa historiakantaan raportointia ja myöhempää tarkastelua varten.



Kuva 1. Periaatekuva pumppaamojärjestelmän rakenteesta

HSY-alueella on tällä hetkellä käytössä kolme eri pumppaamovalvomojärjestelmää: Vantaalla Grundfosin toimittama Kauko, Espoossa Insta Automaation toimittama Ahti ja Helsingissä Labkotecin toimittama LabkoWin. Näihin järjestelmiin on liitetty yhteensä 520 pumppaamoa.

## 4 Pumppaamoiden ala-asemat

### 4.1 Yleiskuvaus

Pumppaamon ala-asema ohjaa pumppuja pumppaamokaivon pinnan perusteella. Ala-asema voi olla joko tähän tarkoitukseen tehty valmis pumppaamonohjausyksikkö tai vaihtoehtoisesti ohjelmoitava logiikka, johon on toteutettu pumppaamon ohjaustoiminnot. Ala-asemiin liitettyjen mittausten määrä vaihtelee ala-asematyypeittäin. Kaikissa ala-asemissa olevia perusmittauksia ovat pinnanmittaus ja pumppujen virranmittaus. Näiden lisäksi voi olla myös muita mittauksia, kuten painepuolen virtausmittaus. Ala-asemissa, joissa ei ole virtausmittausta, virtaama lasketaan ns. astiamittausperiaatteella pumppujen käyntiajan ja pinnankorkeuden muutoksen perusteella. Analogiamittausten lisäksi ala-asemassa on myös digitaalituloja ja -lähtöjä. Lähdoilla ohjataan pumppujen kontaktoreita ja tuloihin luetaan pumppujen käyntitietoja, pakkoikäyttövipojen



tiloja sekä käsikytkimillä tehtyjä ohjauksia. Kaikissa asennetuissa ala-asemalaitteissa on näyttö ja tarvittavat painikkeet pumppaamoparametrien syöttöä ja monitorointia varten.

Ala-asemaan on määritelty pintarajat pumpun käynnistämiseksi ja pysäyttämiseksi. Näiden lisäksi on määritelty ala- ja yläraja sekä ylivuotoraja. Pumppu käynnistyy, kun pinta nousee yli käynnistysrajan, ja pysähtyy, kun pinta laskee alle pysäytysrajan. Ala- ja yläraja ovat käyntiraja-alueen ulkopuolella. Mikäli pinta nousee käynnistysrajan yli ylärajalle, annetaan ylärajahälytys. Pinnan laskiessa pysäytysrajan ohi alarajalle annetaan alarajahälytys. Ylärajan yläpuolella on vielä ylivuotoraja. Tämän rajan yläpuolella pumppaamon vesi valuu ylivuotoon. Ala-asema laskee ylivuodon määrän ylivuotoajan perusteella. Suurimmassa osassa pumppaamoita käynnistys- ja pysäytysrajat on toteutettu myös pakkokäyttövipoilla. Vipat ohjaavat suoraan pumpun kontaktoria, joten pumppaamon perustoiminnallisuus säilytetään ala-aseman rikkoutuessa.

Pumppujen ohjauksen lisäksi ala-asema tuottaa historiatietoa pumppaamon mittauksista ja laskennallisista perustiedoista, joita ovat mm. pumppujen käynnistymiskerrat ja käyntiajat, kokonaisvirtaama sekä ylivuodon määrä ja aika. Historiatieto tallentuu ala-asemalle myöhempää siirtoa varten. Tallennusaika sekä tietojen keräysväli riippuvat ala-aseman tyypistä.

Ala-asema liittyy pumppaamovalvomo-ohjelmistoon modeemiyhteydellä. Kohteesta riippuen yhteys on toteutettu joko radio-, GPRS-, GSM- tai soittomodeemilla. Yhteystavat voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään, jatkuihin yhteyksiin ja soittoyhteyksiin. Radio- ja GPRS-yhteyksillä yhteys valvomon ja ala-aseman välillä on auki koko ajan, joten niitä voidaan pitää jatkuvina. Soitto- ja GSM-yhteyksillä valvomo muodostaa yhteyden vuorotellen kuhunkin ala-asemaan soittamalla ala-aseman puhelinnumeroon. Yhteys ala-asemaan on auki vain puhelun ollessa käynnissä. Jatkuvilla yhteyksillä valvomo-ohjelmisto kyselee mittaus-, hälytys- ja historiatietoja jatkuvasti ala-asemilta. Soittoyhteyksillä valvomo-ohjelmisto tekee soittokierroksen pumppaamoille kyselläkseen tietoja. Soittokierros toteutetaan yleensä automaattisesti kerran vuorokaudessa, mutta se on mahdollista käynnistää tarvittaessa myös käsin. Mikäli soittoyhteydellä varustetussa ala-asemassa tulee hälytys, ala-asema soittaa hälytyksen valvomoon.

Yleensä ala-aseman perusversio pystyy ohjaamaan sellaisenaan 2-3 pumpun pumpaamaa. Suuremmilla pumppaamoilla ala-asemaan on lisätty I/O-kortteja tarvittavan liitantomäärän saavuttamiseksi. Myös ala-aseman ohjelmisto on räätälöity sopivaksi suuremmalle pumppumäärälle.

## 4.2 Asennettu laitekanta

### 4.2.1 Helsinki

Helsingissä on asennettuna kahden tyyppisiä ala-asemia. Suurin osa laitekannasta on vanhempaa Labko 901 -tyyppiä. Kaikki uudet asennettavat ala-asemat ovat Labko V280 -tyyppisiä. Uusia asemia on asennettuna 7 kappaletta.

Labko 901 on Labkon toteuttama pumppaamoala-asema, jonka runkona on Modiconin ohjelmoitava logiikka [2]. 901-ala-asemia on liitetty valvomoon soitto-, GSM- ja GPRS-modeemeilla. Suurin osa asemista eli 90 kpl on liitetty valvomoon soittomodeemiyhteyksillä, GSM-modeemiyhteyksiä on 25 kpl. Näiden lisäksi yksi 901-ala-asema on liitetty valvomoon GPRS-yhteydellä.

Labkon uusi ala-asema V280 käyttää pohjanaan Unitronicsin ohjelmoitavaa Vision V280 -logiikkaa [6; 16]. Kakki V280-asemat on liitetty valvomoon GPRS-yhteydellä. GPRS-yhteyden ollessa poikki laite lähettää hälytykset tekstiviestillä valvomoon. Asema koostuu kotelon pohjalevylle kootusta paketista, joka sisältää V280-päälogiikan, kaksi lisä-I/O-yksikköä, modeemin sekä tarvittavat riviliittimet kytkentöjä varten. Runsaan I/O-määrän ansiosta laitteeseen voi liittää 3 pumppua. Ala-asemassa on 4,7 tuuman graafinen LCD-näyttö.

Taulukko 1. Ala-asemien yhteystavat kunnittain.

<b>Helsinki</b>	<b>Yht.</b>	PSTN	GSM-data	GPRS	Radio	SMS
Labko 901	116	90	25	1		
Labko v280	7			7		
<b>Yht.</b>	123					

<b>Espoo</b>	<b>Yht.</b>	PSTN	GSM-data	GPRS	Radio	SMS
Omron	145		5		140	
Klinkman	70					70
<b>Yht.</b>	215					

<b>Vantaa</b>	<b>Yht.</b>	PSTN	GSM-data	GPRS	Radio	SMS
Elsa-2000	165	140	10	15		
Elsa-i	14		8	6		
Elsa-ix	3				3	
<b>Yht.</b>	182					

#### 4.2.2 Espoo

Espoossa on asennettuna yhteensä 215 ala-asemaa, näistä 145 on toteutettu Omronin ohjelmoitavilla logiikoilla, 30 Unitronicsin ohjelmoitavilla logiikoilla ja loput 40 pelkillä käynnistysvipoilla [7; 11]. Viisi Omron ala-asemaa on yhdistetty valvomoon GSM-datayhteydellä, loppuissa on radiomodeemiyhteys. Unitroncseissa ja vippakäynnisteisissä ala-asemissa on vain tekstiviestiyhteys.

Instan on toimittanut kaikki Omron ala-asemat sekä niiden radioverkon. Ala-asemat toimitetaan asennuskaapeissa valmiiksi koottuna. Logiikoihin on lisätty I/O-kortteja kunkin pumppaamon tarvitsema määrä. Kaikki ala-asemat on varustettu graafisin näyttöpaneelin.

Espoon Unitronics-ala-asemat ovat Klinkmannin toimittamia. Ne on toteutettu Unitronicsin M90-logiikoilla. Kyseisiä ala-asemia on käytössä etupäässä pienillä lasikuitu-pumppaamoilla [11].

#### 4.2.3 Vantaa

Vantaalla on asennettuna kahdentyyppisiä ala-asemia. Suurin osa eli 165 kpl on vanhempia Elsa-2000-asemia. Uudet asennettavat asemat ovat uutta Elsa-i-mallia. Niitä on asennettuna 14. Näiden lisäksi Vantaalla on asennettuna 3 Elsa-ix-asemaa, joissa itse ala-asema on sama laite kuin Elsa-i, mutta siihen on liitetty laajennus-I/O-kortti suuremman pumppumäärän käsittelyä varten [5; 10].

Elsa-2000 on alun perin Sarlinin ja myöhemmin Grundfosin markkinoima pumppaamonohjausyksikkö. Perusmalliin voi liittää maksimissaan kolme pumppua. Laitteessa on kaksirivinen LCD-näyttö sekä syöttöpaneeli parametrien syöttöä varten [3]. Elsa-2000 asemista suurin osa eli 140 kpl on liitetty valvomo-ohjelmistoon soittomodeemiyhteyksin. Näiden lisäksi kymmenellä ala-asemalla on GSM- ja viidellätoista GPRS-modeemiyhteys.

Elsa-i on Grundfosin uusi pumppaamonohjausyksikkö. Laite perustuu Unitronicsin ohjelmoitavaan logiikkaan Vision 120. Laitteessa on graafinen LCD-näyttö ja käyttöpaneeli, jotka mahdollistavat tietojen selailun ja parametrien syötön. Elsa-i:n perusversioon voi liittää kaksi pumppua [4]. Suurempiin pumppaamoihin on saatavana laajennettu versio Elsa-ix. Elsa-i-ala-asema sekä kaikki tarvittavat kytkentärimat on kasattu 280 x 190 cm koteloon. Kompaktin kokonsa vuoksi se sopii hyvin myös pienten pumppaamoiden ohjauskeskuksiin.

#### 4.3 Hankintamallit

Ala-asemia on pääsääntöisesti hankittu siten, että järjestelmätoimittaja tekee vuositarjouksen ala-asemien ja modeemien hinnoista. Tarjouksessa on yleensä määritelty myös asennus- ja matkakustannusten jakautuminen. Vuositarjouksen hintoja noudatetaan seuraavan vuoden ala-asemahankinnoissa.

Hankittaessa uutta ala-asemaa järjestelmätoimittaja toimittaa yleensä paketin, joka sisältää ala-aseman ja modeemin sekä tarvittaessa näiden käyttöönoton pumppaamalla ja valvomo-ohjelmistossa. Vaikka perustoimitusperiaatteet ovatkin melko samanlaisia käyttämillämme toimittajilla, toimitusmalleissa on kuitenkin eroja.

Osa toimittajista toimittaa valmiin pumppaamoala-asematuotteen, joka sisältää ala-aseman valmiiksi ohjelmoituna sekä valinnaisen modeemin. Itse pumppaamosovellus ei kuulu toimitukseen. Osa taas toimittaa ala-asemakokonaisuuden, johon kuuluu tarvittava ala-asemalaitteisto, modeemi sekä pumppaamonsovellusohjelma.

Jälkimmäisessä toimitusmallissa ala-asemaa käsitellään automaatiolaitteistona, johon kuuluu itse laitteisto sekä laitteistossa pyörivä sovellusohjelma, ensimmäisessä mallissa taas tuotteena, jolla on tietty toiminnallisuus. Molemmissa toimitusmalleissa ala-asema saadaan halutessa myös räätälöitynä tiettyyn erikoistarpeeseen, mutta jälkimmäisessä mallissa on monia etuja laitteen elinkaarta ajatellen. Esimerkiksi aseman rikkoutuessa selvittää pelkillä laitteistokustannuksilla eikä jouduta maksamaan turhaan uutta hintaa myös sovellusohjelmasta. Sovellusohjelman kuuluminen toimitukseen antaa myös enemmän liikkumavaraa tilanteessa, jossa järjestelmätoimittajan toiminta lakkaa tai se hinnoittelee itsensä epäedulliseksi.

#### 4.4 Tulevat ala-asema hankinnat

HSY-alueella asennetaan tällä hetkellä uutena neljää erilaista ala-aseman logiikkaa. Espoossa asennetaan kohteesta riippuen kahta eri Omron-logiikkaa, CJ1-sarjaa ja CPM2A-sarjaa, Helsingissä Unitronics V280 -logiikkaa ja Vantaalla Elsa-i:tä, joka perustuu Unitronics V120 -logiikkaan.

Erikokoisilla pumppaamoilla on erilaisia vaatimuksia logiikan I/O-määrälle ja tiedonprosessointiominaisuuksille. Suurilla pumppaamoilla logiikan vaatima asennustila ei yleensä ole ongelma, mutta pienten lasikuitupumppaamoiden keskuksissa asennus tilasta on yleensä pulaa. Tulevaisuuden ala-asemaratkaisussa käytössä voisi olla yksi järeämpi ala-asema toteutus suurille pumppaamoille ja yksi pienempi toteutus pienille pumppaamoille. Tällaisten laitteiden I/O-määrän sekä ohjelmistojen tulisi olla myös sovitettavissa kohteen tarpeiden mukaan. Laitteissa tulisi olla myös tuki kaikille käyttöön jääville tiedonsiirtomuodoille.

## 5 Tiedonsiirto ala-asemilta

### 5.1 Käytössä olevat tekniikat

Nyt käytössä olevissa pumppaamojärjestelmissä on käytössä monia eri tiedonsiirtotekniikoita. Käytettävien tekniikoiden runsas kirjo johtuu järjestelmien pitkästä elinkaaresta, jonka eri vaiheissa on asennettu eri tekniikoita. Tekniikoiden kehittyessä uusille tiedonsiirtotekniikoille on rakennettu liityntärajapintoja vanhojen jo asennettujen tekniikoiden jäädessä myös käyttöön. Seuraavassa on eritelty käytössä olevien tiedonsiirtotekniikoiden ominaisuuksia.

#### 5.1.1 Soittomodeemi (PSTN)

Soittomodeemi käyttää hyväkseen perinteistä lankapuhelinverkkoa. Peruskommunikointimallissa valvomo soittaa modeemin avulla ala-aseman modeemille. Datayhteys on auki vain puhelun ollessa käynnissä. Valvomo-ohjelmisto tekee soittokierroksen kaikkiin pumppaamoihin yleensä kerran vuorokaudessa. Mikäli ala-asemalla tulee hälytyksiä, asema soittaa valvomon puhelinliittymään tai vaihtoehtoisesti erilliseen hälytysliittymään valvomossa. Ala-asemalle on myös mahdollista soittaa manuaalisesti valvomosta [10].

Jokaisella ala-asemalla on oma puhelinliittymänsä, valvomossa on yksi tai useampi liittymä. Suurin osa dataliikenteestä syntyy yleensä yöllä tapahtuvista soittokierroksista, joissa historiatiedot siirretään valvomoon. Puhelinliittymien käyttökustannukset muodostuvat liittymän kuukausimaksusta sekä puhelumaksuista. Käytössä olevien liittymien kuukausimaksut vaihtelevat välillä 6,5–11 €. Ala-asemien puhelumaksut ovat hyvin vähäiset, yleensä alle 1 €/kk, mutta valvomon puhelumaksut voivat olla hyvinkin suuret. Näin on varsinkin Helsingissä, missä kerättävän historiatiedon määrä on huomattavasti suurempi kuin Vantaalla [13; 14].

Soittomodeemiyhteys on nopeudeltaan ja siirtokapasiteetiltaan huomattavasti esim. GPRS-yhteyttä alhaisempi. Toinen ero GPRS-yhteyteen on se, että soittomodeemiyhteys on avoinna vain soitettaessa, kun taas GPRS-yhteys on avoinna koko ajan. Pump-

paamotiedonsiirto ei sinänsä edellytä jatkuvasti auki olevaa yhteyttä, mutta esimerkiksi hälytysten siirtoon jatkuvassa yhteydessä on monia etuja.

Tällä hetkellä HSY-alueella on käytössä 230 soittomodeemiyhteyttä, näistä 90 Helsingissä ja 140 Vantaalla. Vantaan pumppaamoilla yhteyksien toiminnassa ei ole ollut suurempia ongelmia, mutta Helsingissä yhteyksien muodostamisessa on ollut runsaasti ongelmia. Valvomo ei ole aina saanut soitettaessa yhteyttä ala-asemaan. Soittomodeemi on myös langattomia tekniikoita herkempi ukkosesta johtuville laiterikoille.

Käytössä olevia järjestelmiä rakennettaessa soittomodeemitekniikka on ollut saatavilla olevista tekniikoista soveltuvin pumppaamotiedonsiirtoon, mutta nykyisin sen hintaominaisuussuhde ei enää vastaa tarkoitusta. Nykyään saatavilla on käyttökustannuksiltaan halvempia ja ominaisuuksiltaan parempia tekniikoita. Puhelinoperaattorit pyrkivät myös eroon lankaliittymistä niiden kalliin ylläpidon vuoksi. Tämä saattaa johtaa liittymien hintojen nousuun tulevaisuudessa. Soittomodeemiyhteyksiä ei enää asenneta uusiin pumppaamoihin.

#### 5.1.2 GSM-datamodeemi

GSM-datamodeemi käyttää hyväkseen GSM-verkon datapuheluominaisuutta. Kaksi modeemia muodostaa keskenään datayhteyden toisen soittaessa toiselle. GSM-modeemi on pumppaamotiedonsiirrossa hyvin samankaltainen kuin soittomodeemi, erona lähinnä langattomuus. Yhteydenmuodostus ala-asemalle sekä historiatietojen keruu toimivat samalla soittoperiaatteella kuin soittomodeemissakin [10].

Jokainen modeemi tarvitsee tavallisen GSM-liittymän. Liittymän käyttökustannukset muodostuvat kuukausimaksusta, puhelun aloitusmaksusta sekä minuuttihinnasta. Puhelinlaskuista laskettuna liittymien kuukausihinnat vaihtelevat välillä 0-6 €. Minuuttihintaa sisällytettynä aloitusmaksulla on n. 0,10 €. GSM-modeemia käytettäessä valvomoliittymään kertyy suuri yksittäinen lasku ala-asemille tehtävistä soittokierroksista samoin kuin soittomodeemeilla toteutetuissa yhteyksissä [13; 14].

HSY-alueen pumppaamoilla on käytössä 48 GSM-dataliittymää, näistä 18 Vantaalla, 5 Espoossa ja 25 Helsingissä. Helsingissä on käytössä Siemensin modeemeja ja Vantaalla

sekä Siemensiin että Cinterionin modeemeja. Käytössä olevissa GSM-datayhteyksissä ei ole esiintynyt yhteydenmuodostus- eikä kuuluvuusongelmia.

### 5.1.3 GPRS-modeemi

GPRS-modeemi käyttää hyväkseen GSM-verkon pakettipohjaista GPRS- dataa. Pumpaamoala-asemalla oleva modeemi yhdistyy tukiaseman ja operaattorin palvelimien kautta Internetiin ja on näin valvomo-ohjelmiston tavoitettavissa. Yhteys ala-aseman ja valvomon välillä on auki jatkuvasti. Jatkuva yhteys mahdollistaa hetkellisarvojen ja historiatietojen lähes jatkuvan kyselyn ala-asemilta. [10; 5; 6]

Jokainen modeemi tarvitsee oman GSM-liittymän, jossa tulee olla kiinteä hintainen datapaketti. Datapaketteja on kahdenlaisia, rajattomia, joissa kuukaudessa siirrettävää datamäärää ei ole rajoitettu, sekä rajoitettuja, joissa kuukausimaksuun kuuluva data-siirto on rajattu tiettyyn megatavumäärään. Rajoitetuissa liittymissä rajanylittävältä osuudelta maksetaan megatavukohtainen lisämaksu. HSY-alueella tällä hetkellä käytössä olevien liittymien kuukausihinnat vaihtelevat välillä 4-10 € [13; 14]. Halvimmat liittymät on rajoitettu 25 megatavuun.

GPRS-yhteyksillä varustettuja ala-asemia on asennettuna Vantaalla 21 ja Helsingissä 8. Helsingissä uusissa ala-asematoimituksissa käytetään Wavecom Fastrack Supreme -modeemeja. Vanhojen ala-asemien päivityksissä käytetään Telitin GT863-PY-modeemilaitteita. Kaikki Vantaalla käytössä olevat modeemit ovat myös Telit GT863-PY-mallisia. Klinkmann on tehnyt Telitin modeemiin sovelluksen, joka huolehtii kommunikoinnin ohjauksesta sekä ala-aseman sarjamuotoisen Modbus-liikenteen muuntamisesta TCP/IP-pohjaiseksi [5; 6; 15; 23]. Modeemiin toteutetun sovelluksen ansiosta vanhojen ala-asemien yhteyksiä päivitettäessä selvittää melko pienillä muutoksilla ala-aseman sovellusohjelmaan. Wavecomin modeemia käytettäessä kommunikoinnin ohjaus on toteutettava ala-aseman sovellusohjelmaan, joten se sopii paremmin uusiin ala-asematoimituksiin.

Tähän asti yhteyspäivityksissä ja varaosina käytettävät laitteet on hankittu järjestelmätoimittajilta, jotka tilaavat ne edelleen maahantuojalta. Modeemin hinta järjestelmätomittajan kautta tilattuna on ollut n. 400–500 €/kpl.



GPRS-modeemi samoin kuin GSM-modeemi käyttää antenninaan n. 10 cm korkeaa dipoliantennia. Suurimassa osassa pumppaamoita modeemi saa riittävän vahvan kentän jo antennin ollessa pumppaamokaapin sisäpuolella, joten esimerkiksi päivityskohdeissa pumppaamon rakenteisiin ei tarvitse tehdä muutoksia. Mikäli pumppaamo sijaitsee paikassa, johon ei ole mahdollista saada riittävää GSM-kenttää, modeemin ja alaseaman välistä sarjakaapelia voidaan jatkaa ja näin sijoittaa modeemi paikkaan, jossa se saa riittävän vahvan kentän.

Käytössä olevissa GPRS-kohteissa ei ole esiintynyt ongelmia itse datayhteyksissä. Mutta koska useimmat pumppaamovalvomoista sijaitsevat HSY:n toimistoverkossa, sisään tulevien ala-asemayhteyksien reitittäminen toimistoverkkoon on tuottanut lisätyötä. Asia on ratkaistu asentamalla toimistoverkon ulkopuolelle ADSL-littymällä varustettu välityspalvelinkone. Valvomo sekä ala-asemat ottavat yhteyden välityspalvelimeen, joten ala-asemayhteyksiä ei tarvitse tuoda suoraan toimistoverkon sisälle [6; 12].

#### 5.1.4 Radiomodeemi

Radiomodeemi on laite, jolla muodostetaan radioyhteys toiseen radiomodeemiin. Yhteys ei kulje operaattorin tukiaseman kautta, vaan se muodostuu suoraan modeemilta toiselle. Radiomodeemeista on mahdollista luoda verkko, jossa monet modeemit vaihtavat tietoa yhden keskusmodeemin kanssa. Tämän kaltainen yhteysmalli sopii erittäin hyvin pumppaamojen tiedonsiirtoon. Vanhempia modeemeja käytettäessä jokaisen alaseaman modeemin täytyy olla suoraan yhteydessä keskusmodeemin, mutta uudemmat modeemit osaavat reitittää toistensa liikennettä, joten kauimmaisat modeemit voivat kommunikoida keskusmodeemin kanssa, vaikka ne eivät ole suoraan keskusmodeemin kantoalueella [17]

Radiomodeemin kantoalue on n. 5-20 km riippuen käytettävästä antennista sekä ympäröivän maaston muodoista. Kun halutaan muodostaa yhteys tietyssä suunnassa olevaan kaukaisempaan kohteeseen, käytetään suuntaavaa antennia. Mikäli kohde on lähempänä ja sen suuntaa ei tiedetä tai kohteeseen ei saada esteetöntä näköyhteyttä, voidaan käyttää ympärisätellevää antennia. Antennin suuntauksella ja korkeudella voidaan oleellisesti vaikuttaa saavutettavan yhteyden luotettavuuteen. Monissa pump-

paamoissa antenni on sijoitettu pumppaamokaappiin kiinnitettyyn noin kuusi metriä korkeaan tolppaan. Jotta rakennettavan radioverkon toimivuus ja luotettavuus voidaan varmistaa, on sen suunnittelussa käytettävä alan asiantuntijoita. Verkkoa suunniteltaessa on myös tehtävä kuuluvuusmittauksia ala-asemilla.

Espoon Ahti-järjestelmässä on käytössä Insta Automaation toteuttama 145 modeemin radiomodeemiverkko. Verkko on jaettu viiteen eri segmenttiin. Kukin segmentti toimii omalla taajuudellaan. Jokaisessa segmentissä on yksi keskusmodeemi. Näihin keskusmodeemeihin liitetty liikennöintilogiikka välittää tietoliikenteen kiinteitä kaapeleita pitkin Suomenojan pumppaamovalvomon keskuslogiikalle. Keskusmodeemit sijaitsevat vesitornien katoilla. Radiomodeemiverkossa on käytössä Satelin modeemeja Sateline 2AS ja 3AS [1; 7; 11]. Vantaan Kauko-järjestelmässä on käytössä myös kolme radiomodeemiyhteydellä varustettua ala-asemaa. Asemilla on käytössä Satelin 3AS -modeemit.

Radiomodeemit toimivat luvanvaraisilla taajuuskaistoilla. Lupa kunkin taajuuden käyttöön anotaan viestintävirastolta. Yhden modeemin lupamaksu on n. 10-25 € vuodessa riippuen taajuudesta ja modeemien määrästä taajuudella [18]. Modeemissa ei ole lupamaksun lisäksi muita käyttökustannuksia, mutta modeemiyhteyden perustamiskulut ovat muita yhteysmuotoja huomattavasti kalliimmat. Käytössä olevien modeemityyppien suositushankintahinnat ovat n. 1000 €/kpl. Järjestelmätoimittajan ala-asematoimituksen yhteydessä hankittuna modeemien hinnat putoavat useita satoja euroja suositushinnasta. Halvempi hankintahinta perustuu järjestelmätoimittajan suurempiin modeemien tilausmääriin. Modeemin hintaan tulee vielä lisäksi antenni sekä sen asennustarvikkeet. Hintalaskelmissa on käytetty antennin ja tarvikkeiden hintana 200 €.

Radiomodeemiverkon suurin etu muihin yhteystapoihin nähden on sen riippumattomuus operaattorista. Kun verkko on kerran perustettu, sen käyttökustannukset ovat hyvin pienet eivätkä ne riipu operaattorin hinnoittelumalleista.

## 5.2 Pumppaamo tiedonsiirtoon soveltuvat tekniikat

### 5.2.1 Tiedonsiirtoyhteyksien tulevaisuuden vaatimukset

Nykypäivän kiristyvien ympäristövaatimusten myötä jätevedenpumppaamoiden valvonnalle ja vikatilanteista indikoinnille asetetaan uusia vaatimuksia. Yksi olennaisimmista

pumppaamon toiminnan jatkuvan valvonnan osista on ala-aseman ja valvomo-ohjelmiston välinen tiedonsiirtoyhteys. Yhteyksiltä vaaditaan entistä parempaa luotettavuutta sekä vioista indikointia.

Pumppaamo ja sen ala-asema ovat itsenäinen kokonaisuus, joka ei perustoiminnallisuutensa saavuttamiseksi vaadi tiedonsiirtoyhteyttä valvomoon. Mutta mikäli pumppaamon toimintaa halutaan valvoa, on sen ja valvomo-ohjelmiston välillä oltava jonkinasteinen tiedonsiirtoyhteys. Vanhat tiedonsiirtoyhteydet ovat olleet soitto-toimisia, mutta nykypäivän vaatimukset ja saatavilla oleva tekniikka tekevät jatkuvien yhteyksien käytöstä perusteltua. Saatavilla olevilla jatkuvilla yhteystekniikoilla voidaan rakentaa järjestelmä, jossa kaikki pumppaamot on yhdistetty valvomoon pumppaamokäyttöön riittävän reaaliaikaisilla tiedonsiirtoyhteyksillä.

Parhaiten tarkoitukseen soveltuvien tiedonsiirtoyhteyksien valinta on yhtälö, jossa vaikuttavat vaaditut ominaisuudet, saatavilla olevat tekniikat sekä eri tekniikoiden käyttö- ja hankintakustannukset.

### 5.2.2 Yleistä

Selvitysten perusteella käytössä olevista tekniikoista parhaiten pumppaamotiedonsiirtoon soveltuvat radiomodeemi- sekä GPRS -tiedonsiirto. Molemmat ovat jatkuvia tai lähes jatkuvia yhteysmuotoja, joissa ala-asemalta voidaan kerätä jatkuvaa mittaus- ja tapahtumadataa puskuroimatta sitä pitkiä aikoja aseman muistissa. Molemmissa yhteysmuodoissa saadaan käyttöön myös langattomuuden tuomat hyödyt.

### 5.2.3 Soveltuvien vertailu

Radiomodeemitoteutuksessa verkon perustaminen vaatii asiantuntevaa suunnittelua sekä hankintahinnaltaan kalliimpia laitteita. GPRS-toteutuksessa selvittää kevyemmällä suunnittelulla ja hankintahinnaltaan edullisemmilla laitteilla. Käyttökustannukset ovat puolestaan radiototeutuksessa huomattavasti alhaisemmat verrattuna vastaavaan GPRS-toteutukseen. Radiomodeemitoteutusta puoltaa vahvasti sen riippumattomuus puhelinoperaattoreista. GPRS-toteutuksessa ei voida tarkalleen tietää, kuinka kauan operaattorit tarjoavat kyseistä palvelua. Vanhojen ala-asemien puhelinmodeemiyhteyk-

siä päivitettäessä GPRS-yhteyttä tukee sen helppo asennettavuus sekä saatavilla olevat GPRS-yhteyttä tukevat ohjelmistot käytössä oleviin vanhoihin ala-asemiin.

Radiomodeemiverkkoja on käytössä monien kuntien vastaavanlaisissa pumppaamoteutuksissa. Osana tätä selvitystyötä on tutustuttu Instan Automationin toteuttamaan Hämeenlinnan Seudun Veden pumppaamoiden radioverkkototeutukseen [9].

### 5.3 Päivitys uusiin tiedonsiirtotapoihin

#### 5.3.1 Yleistä

HSY-alueen pumppaamoilla on tällä hetkellä käytössä erittäin kirjava joukko ala-aseman ja valvomo-ohjelmiston välisiä tiedonsiirtotapoja. Yhteensä eri järjestelmissä on käytössä tällä hetkellä 230 soittomodeemiyhteyttä, 34 GSM-modeemiyhteyttä, 145 radiomodeemiyhteyttä, 29 GPRS -modeemiyhteyttä sekä 70 tekstiviestiyhteyttä. Tässä työssä tehtyjen selvitysten perusteella GPRS- ja radiomodeemiyhteydet soveltuvat parhaiten pumppaamotiedonsiirtoon. Järjestelmissä on siis tällä perusteella arvioiden käytössä yhteensä 334 ala-asemayhteyttä, jotka eivät enää sovellu tarkoitukseensa parhaalla mahdollisella tavalla. Arvioitaessa yhteysmuotojen päivitystarvetta on otettu huomioon päivityksellä saatava toiminnallinen lisähyöty, päivityksellä saavutettava kustannussäästö sekä päivityksen käytännön toteutusmahdollisuudet. Seuraavassa käsitellään jokaisen kunnan yhteyspäivityksiä erikseen.

#### 5.3.2 Helsinki

Helsingin järjestelmässä suurin päivitystarve on soittomodeemiyhteyksien korvaaminen muilla yhteyksillä. Soittomodeemiyhteyksissä on esiintynyt runsaasti ongelmia yhteyden muodostamisessa. Yhteydet ovat myös käyttökustannuksiltaan suhteettoman kalliita verrattuna yhteyksien ominaisuuksiin. Päivittämällä kaikki soittomodeemiyhteydet GPRS-yhteyksiin tiedonsiirron luotettavuus paranisi ja käyttökustannukset alenisivat huomattavasti.

Kaikki Helsingin soittomodeemiyhteydet ovat vanhoissa 901-ala-asemissa. Tällä hetkellä on käytössä yksi testikohde, jossa vanhaan ala-asemaan on tehty uusi GPRS-yhteyttä tukeva ohjelmisto. Modeemina testikohteessa on käytetty Telitin GT863-PY-

modeemia. Samaa modeemia käytetään myös Vantaan GPRS-kohteissa. Kesän aikana on ollut tekeillä vastaavanlainen päivitys neljälle muulle ala-asemalle. Mikäli pilottikohdeiden yhteyspäivitykset osoittautuvat onnistuneiksi, on perusteltua korvata myös muiden Helsingin ala-asemien soittomodeemi yhteydet GPRS-yhteyksillä. Näissä kohteissa GPRS-yhteyksien asennusta verrattuna radiomodeemi-yhteyksiin puoltaa GPRS-modeemin helppo asennettavuus, alhainen hankintahinta sekä ala-asemalle jo olemassa oleva GPRS-yhteensopiva ohjelmisto.

Laskettaessa laajan päivityksen kustannussäästöjä ja takaisinmaksuaikaa kokonaishintaan vaikuttavat laitteiden hankintahinta sekä käyttöönotto-työn hinta. Käyttöönotto-työn hintaa on vaikeampi arvioida, sillä pumppaamoilla tarvittavien asennustöiden määrä vaihtelee pumppaamokohtaisesti. Seuraavissa laskelmissa on käytetty yleisenä käyttöönotto-työn hintana 400 € per GPRS-modeemi. Arvio perustuu toimittajien aiempiin laskutushintoihin. Modeemin hankintahintana on käytetty 200 € modeemia ja antennia kohden. Hinta perustuu modeemitoimittajilta saatuihin tarjouksiin yli kymmenen modeemin toimituseristä.

Puhelinlaskuista laskettujen kustannusten mukaan Helsingin järjestelmän soittomodeemien käyttökustannukset ovat noin 3500 € kuukaudessa [14]. Suurimmat yksittäiset kulut ovat valvomon neljä liittymää, jotka soittavat ala-asemille hakeakseen pumppaamon historiatiedot. Helsingin 90 modeemin käyttökustannukset ovat yhteensä huomattavasti suuremmat kuin Vantaan 140 modeemin. Ero johtuu Helsingissä siirrettävästä suuremmasta historiatiedon määrästä.

Liitteen 4 toisella sivulla on laskettu GPRS-modeemien hankinta- ja käyttökustannuksia sekä päivityksen kuoletusaikaa suhteessa soittomodeemien käyttökustannuksiin. Kun laskennan perusteena käytetään yllämainittuja hintoja modeemille ja sen asennukselle, saadaan koko päivityksen hinnaksi 54 000 €. Kun lasketaan yhteen päivityksen käyttöönotto-, laite- ja käyttökustannukset ja verrataan niitä soittomodeemien käyttökustannuksiin, voidaan arvioida, että päivitys maksaisi itsensä takaisin 21 kuukaudessa. Laskelmissa on käytetty suuresta siirrettävän datan määrästä johtuen yhden GPRS-liittymän hintana 10 €/kk.

Liitteessä 6 on esitetty vastaava laskelma soittomodeemien korvaamisesta radiomodeemeilla. Radiomodeemien tapauksessa kokonaislaitekustannuksiksi tulee 131 600 € ja takaisinmaksuajaksi 39 kuukautta.

### 5.3.3 Vantaa

Helsingin tapaan Vantaalla suurin päivitystarve kohdistuu lähinnä soittomodeemeihin. Kauko-järjestelmässä on käytössä 140 soittomodeemia. Kaikki soittomodeemiyhteydet ovat käytössä vanhemmilla Elsa-2000-ala-aseilla. Vantaalla on nyt jo 15 Elsa-2000-ala-asemaa, joihin on päivitetty GPRS-yhteys. Päivitykset on tehty vaihtamalla Elsan ohjelmamuisti uuteen piiriin, joka sisältää GPRS-yhteensopivan ohjelmiston. Päivityksissä on käytetty samaa Telitin GT863-PY-modeemia kuin Helsingissä. Yksittäin järjestelmätoimittajalta hankittuna modeemin hintaan on ollut n. 400-500 €. Aiemmissa päivityksissä järjestelmätoimittaja on toimittanut Elsaan vaadittavan uuden ohjelmapiirin. Ohjelmapiirin saatavuus ja siihen liittyvät tekijänoikeudet tulee selvittää järjestelmätoimittajalta ennen laajempaa ala-asemien päivitystä.

Liitteessä 5 on laskettu Vantaan GPRS-modeemien hankinta- ja käyttökustannuksia sekä päivityksen kuoletusaikaa suhteessa soittomodeemien käyttökustannuksiin. Vantaan soittomodeemien yhteenlasketut kuukausittaiset käyttökustannukset ovat puhelinlaskuista laskettuna tällä hetkellä n. 1900 € [13]. Mikäli kaikki 140 soittomodeemia korvattaisiin suuremmissa erissä tilatuilla GPRS-modeemeilla, päivityksen laitekustannuksiksi tulisi n. 84 000 €. Laskelmissa voidaan käyttää samaa modeemikohtaista arviohintaa käyttöönotto työlle kuin Helsingin tapauksessa. Laskelmien perusteella voidaan todeta, että päivitys maksaisi itsensä takaisin noin kuudessa vuodessa.

Vantaalla on tällä hetkellä käytössä GPRS-liittymiä, joiden kuukausimaksuun kuuluva datamäärä on rajoitettu 25 megatavuun. Mikäli samoja liittymiä on saatavilla myös jatkossa, niin GPRS:n kuukausihintana voidaan käyttää Helsingin kymmentä euroa alempaa hintaa. GPRS-yhteyksien lisääminen vaatii todennäköisesti myös lisäkapasiteettia valvomon GPRS-modbus-palvelimelta. Tarvittava kapasiteetti ja muutokset tulee selvittää ennen vaihtotyötä.

Liitteessä 7 on esitetty vastaava laskelma soittomodeemien korvaamisesta radiomodeemeilla. Radiomodeemien tapauksessa kokonaislaitekustannuksiksi tulee 201 600 € ja takaisinmaksuajaksi noin 9 vuotta.

#### 5.3.4 Espoo

Suurin osa Espoon pumppaamoyhteyksistä on toteutettu radiomodeeimin, mutta käytössä on myös 70 ala-asemaa, joiden yhteydenpito valvomoon tapahtuu tekstiviesteillä [7; 11]. Tekstiviestikommunikointi on vain hälytysten lähettämistä varten, ala-asemista ei kerätä historiatietoa. Tekstiviesti ala-asemat on toteutettu joko Unitronicsin M90 ohjelmoitavilla logiikoilla tai pelkillä käynnistysvipoilla. Ala-asemalla on GSM-modeemi tekstiviestien lähetyksiä varten.

Tekstiviestikommunikointi on ainoastaan yhdensuuntaista, joten valvomolla ei ole mahdollisuutta valvoa ala-aseman tai vippamekanismien toimivuutta. Mikäli esimerkiksi ala-asema rikkoutuu, valvomosta käsin ei voi päätellä, onko asema epäkunnossa vai eikö sieltä vain ole tullut viime aikoina hälytyksiä. Tekstiviestiala-asemia on asennettu pienempiin kahden pumpun lasikuitupumppaamoihin. Pumppaamoiden ala-asemia on vähitellen korvattu radioverkkoon liitetyillä Omronin ala-asemilla [11].

## 6 Yhtenäinen valvomojärjestelmä

Nyt käytössä olevat kolme eri valvomojärjestelmää on jokainen hankittu oman kunnan vesilaitokselle ennen HSY:n muodostumista. HSY-vedellä vastuu kaikkien neljän kunnan jätevesipumppaamoista on nyt yhdistetty saman organisaatiohaaran alle. Tästä johtuen on syntynyt tarve yhtenäistää ja yhdenmukaistaa käytössä olevia pumppaamojärjestelmiä. Tämän selvitystyön päätavoitteena oli kartoittaa mahdollisuuksia yhteen yhtenäiseen pumppaamovalvomojärjestelmään siirtymiselle.

Kolmen eri järjestelmän ylläpito samassa organisaatiossa vaatii runsaasti resursseja ja on myös kalliimpaa kuin yhden yhtenäisen järjestelmän ylläpito. Yhtenäisen järjestel-

män myötä myös käytössä olevaa laitekantaa voidaan yhtenäistää ja näin saavuttaa kustannussäästöjä laite- ja varaosahankinnoissa.

Tulevalta yhtenäiseltä valvomojärjestelmältä vaaditaan suurta joustavuutta, mikäli yhtenäistämisen halutaan hyödyntää jo asennettuna olevaa laitekantaa. Järjestelmään tulee voida liittää eri toimittajien ala-asemia. Järjestelmää suunniteltaessa on otettava huomioon sen ylläpito sekä ylläpidon luonne. Jos toteutukseen käytetään ns. kehysvalvomo-ohjelmistoa, jonka päälle rakennetaan pumppaamovalvomosovellus, järjestelmän tilaajalla säilyy periaatteellinen mahdollisuus kehitys- ja ylläpitotyön teettämiseen monilla eri toimijoilla. Järjestelmän suunnittelussa on hyvä määritellä, mitkä ylläpitotoimet pitää olla toteutettavissa omalla henkilöstöllä ja mitkä taas voivat jäädä vain toimittajan tehtäviksi. Mikäli tulevaan järjestelmään toimittavat osia monet toimittajat, on määriteltävä tarkasti toimittajien väliset rajat ja vastuut. Mikäli käytetään vain yhtä toimittajaa vastuiden ja rajojen, määrittely helpottuu. Mikäli järjestelmän sovellusohjelmointia tekevät monet eri toimijat, on järjestelmän hankintavaiheessa määriteltävä tarkkaan järjestelmän eri osia koskevat tekijänoikeus kysymykset.

HSY:n muodostumisen myötä on tullut esiin tarpeita pumppaamovalvomon seuraamiselle monessa eri toimipaikassa. Tulevan järjestelmän valvomonäytöt on pystyttävä sijoittamaan joustavasti eri toimipaikkoihin. Myös valvomonäyttöjen tarkkailu muiltakin kuin keskusvalvomoiden päätteiltä tulee olla mahdollista. Tällainen toiminnallisuus saadaan aikaan esimerkiksi selainpohjaisilla valvomoasiakassovelluksilla. Yhtenäisen valvomon myötä myös raportointijärjestelmä tulee yhtenäistää, jotta tulevaisuudessa pystytään ajamaan yhtenäisiä raportteja koko HSY-alueen pumppaamoista.

Koko HSY-alueen kattavaan pumppaamojärjestelmään tulee liittymään yli viisisataa pumppaamoa. Järjestelmää suunniteltaessa tulee ottaa huomioon sen käyttövarmuus kaikissa tilanteissa. Itse valvomosovellus pyörii PC-tietokoneilla. Käyttövarmuutta ja vikasietoisuutta voidaan parantaa huomattavasti kahdentamalla valvomosovelluksen ja tiedonsiirron kannalta tärkeät tietokoneet sekä yhteydet.



## **7 Mahdollisuudet yhteen yhteiseen valvomojärjestelmään siirtymiselle**

### **7.1 Käytössä olevien valvomo-ohjelmistojen hyödyntäminen**

Osassa HSY:llä jo käytössä olevissa valvomo-ohjelmistoissa on ominaisuuksia, jotka puoltavat niiden käyttöä yhtenäisen valvomo-ohjelmiston pohjana. Mikäli tällaiseen ratkaisuun päädytään ja vanhan päälle ryhdytään rakentamaan uutta, on huolehdittava, että perusta on kunnossa ja ettei järjestelmään pääse syntymään riskialttiita tilapäisratkaisuita muiden järjestelmien ala-asemia lisäyksen myötä. Mikäli järjestelmästä kehittyy liian monimutkainen, menetetään monet yhdistämisen tavoitteena olevat edut. Seuraavassa on eritelty nyt käytössä olevien valvomosovellusten tai niiden komponenttien hyödyntämistä tulevassa yhtenäisessä valvomossa.

#### **7.1.1 Yleistä**

#### **7.1.2 LabkoWin**

Helsingin LabkoWin on rakennettu Wonderwaren InTouch-valvomo-ohjelmiston päälle [6; 12]. InTouch on kehysohjelmisto, joka on tarkoitettu koneiden ja prosessien valvomosovellusten luontiin. Pääpaino on valvomografiikoiden teossa, mutta käytössä on myös scripti-toiminnallisuuksia. InTouch ei ole suoraan sidonnainen mihinkään laitevalmistajaan [19]. Riippumattomuuden ansiosta siihen löytyy runsaasti lisäosia, joilla valvomoon voi liittää eri laitevalmistajien laitteistoa. LabkoWinin mukana tulee myös InTouch-sovellusten kehitysympäristö, jonka avulla sovelluksia voi halutessaan itse muokata. InTouch on erittäin laajalle levinnyt valvomo-ohjelmisto, joten sovellusten tekoa siihen on mahdollista ostaa myös monelta muulta yritykseltä [19]. InTouch tai sen kaltainen kehysohjelmisto on erittäin vahva ehdokas tulevan yhtenäisen valvomon perustaksi sovellusten muokattavuuden ja saatavissa olevan laajan tekijäjoukon ansiosta.

### 7.1.3 Ahti

Ahti-järjestelmä on rakennettu Omronin Supervisor-valvomo-ohjelmistoon [7]. Supervisor on etupäässä Omronin logiikoilla toteutettujen laitteiden ja prosessien ohjaukseen tarkoitettu kehysohjelmisto [20]. Supervisor ei ole optimaalinen kehysohjelmisto yhteisen valvomon kaltaiselle sovellukselle, johon pitää voida liittää laitteita joustavien rajapintojen kautta.

Insta on toteuttanut Ahti-järjestelmän raportoinnin omana sovelluksenaan. Raportointisovellus käyttää pohjanaan MySQL-tietokantaa [7]. Mikäli yhtenäisessä valvomosovelluksessa päädytään käyttämään jonkin yleiskäyttöisen raporttiohjelman sijasta pumpaamoraportointiin räätälöityä ohjelmaa, Instan raportointisovelluksen käyttöä tähän tarkoitukseen on syytä kartoittaa tarkemmin.

### 7.1.4 Kauko

Vantaan Kauko-järjestelmää ei ole rakennettu mihinkään valvomokehysohjelmaan, vaan se on Grundfosin alusta asti itse koodaama sovellus [5]. Tämän kaltaisessa toteutusmallissa on monta kohtaa, jotka saattavat muodostua ongelmaksi sovelluksen elinkaaren aikana. Automaatiosovelluksille on tyypillistä, että niihin joudutaan tekemään muutoksia sovellukselle asetettujen vaatimusten muuttuessa. Käyttäjä voi itse lisätä Kaukoon pumppaamoita, mutta itse Kauko-sovellusta voi muokata vain Grundfos. Tämän tyyppisten automaatiosovellusten ongelmana on tuen saanti ainoastaan järjestelmän toimittaneelta taholta. Mikäli toimittaja lakkauttaa kyseisen tuotteen tuen tai tuki häiriintyy muusta syystä, niin järjestelmää ei ole mahdollista muokata itse tai ostaa tukea muualta. Suljetusta alustasta johtuen Kaukon kaltainen järjestelmä ei ole tarkoituksenmukainen pohja yhtenäiselle valvomolle, sillä saatavilla on myös alustoja, joille voidaan ostaa kehitys- ja tukipalveluita monelta eri taholta.

Vaikka Kaukon alustaratkaisua ei kannata hyödyntää tulevassa yhtenäisessä valvomosovelluksessa, niin siinä käytössä olevat Modbus-rajapintaratkaisut voidaan hyödyntää myös tulevissa valvomosovelluksissa.

Kaukossa sisään tulevat GPRS-yhteydet yhdistyvät valvomokoneella pyöriville Modbus- ja Vision-palvelimille [5]. Palvelimet toimivat rajapintana valvomon ja ala-asemalta tuleva liikenteen välissä. Modbus-palvelin tuo ala-asemien Modbus-kommunikoinnin valvomon saataville OPC-rajapinnan kautta [15]. Vision-palvelin on muuten sama, mutta se toimii Modbusin sijasta OPC-PCOM-rajapintana uudemmille Elsa-i-ala-asemille. Modbus-palvelin on käytössä myös Labkon järjestelmässä. Vastaavilla rajapinnoilla GPRS-ala-asemia voidaan liittää melko pienellä vaivalla myös yhteiseen valvomosovellukseen. Palvelimet ovat Klinkmanin kehittämiä ohjelmia.

## 7.2 Käytössä olevien ala-asemien hyödyntäminen

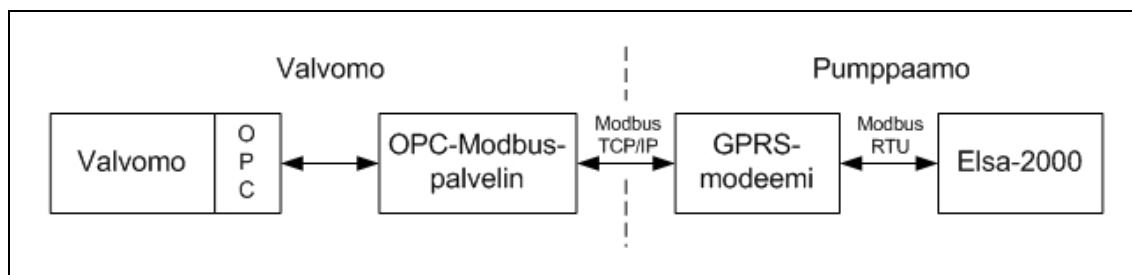
### 7.2.1 Yleistä

Yhtenäisen pumppaamovalvomoprojektin kustannuksiin vaikuttaa olennaisesti käytössä olevien ala-asemien hyödyntämisaste. Mikäli kaikki käytössä olevat ala-asemat voitaisiin liittää uuteen järjestelmään, projektin kustannukset koostuisivat lähes pelkästään valvomon sovelluksen kehitys- ja suunnittelukuluista. Seuraavassa on arvioitu käytössä olevien ala-asemamallien ja valvomo-ohjelmistojen välistä liikennöintiä sekä sitä kautta niiden liitännämahdollisuuksia uuteen valvomosovellukseen. Tutkittaessa ala-asemien liitettävyyttä on oletettu, että liitettävät ala-asemat on päivitetty GPRS- tai radiomodeemiyhteyksiin jo ennen yhtenäistämiprojektiin ryhtymistä, joten soitto- ja GSM-modeemiyhteydet on jätetty tarkastelun ulkopuolelle.

### 7.2.2 Elsa-2000

Vantaalla käytössä oleva vanhempi Elsa-2000-ala-asema liikennöi valvomon kanssa käyttäen Modbus-protokollaa. Modbus on avoin liikennöintiprotokolla ja monet laitteet ja ohjelmistot tukevat sitä [21]. GPRS-yhteydellä varustetun Elsan sarjamuotoinen Modbus-liikenne muunnetaan GPRS-modeemissa TCP/IP-muotoiseksi. Modeemista liikenne välitetään edelleen valvomokoneella olevaan palvelinohjelmaan [15; 23]. Palvelinohjelma toimii Modbus-OPC-siltana, joka tarjoaa valvomo-ohjelmistolle pääsyn ala-asemiin OPC-rajapinnan kautta. Yhteen OPC-Modbus-palvelimeen voi liittää liikenteen määrästä ja tyypistä riippuen n. 60 ala-asemaa [22]. Useita palvelimia voi pyöriä yhtäaikaaisesti samalla koneella. OPC-rajapinnan ansiosta Elsa-2000-ala-asemien fyysinen

liitäntä on toteutettavissa mihin tahansa OPC-rajapintaa tukevaan valvomo-ohjelmistoon.



Kuva 2. Elsa-2000:n ja valvomo-ohjelmiston välinen liityntä.

Fyysisen liitännän lisäksi kommunikointiin tarvitaan tieto Elsan muistikartasta. Muistikartta kertoo, mistä muistiosoitteesta mikin tieto on luettavissa ala-aseman muistista. Tietoa muistiosoitteista ja tämän tiedon luovutuspolitiikasta on alustavasti kysytty Grundfosilta saamatta kuitenkaan vastausta kysymykseen. Mikäli tiedot muistipaikoista eivät ole saatavilla, on ne myös selvittävissä ala-aseman ja valvomon välistä kommunikointia tutkimalla.

Modbus-protokolla toimii siten, että isäntälaitte (valvomo) kysyy orjalaitteelta (ala-asema) tietyn muistirekisterin arvoa ja orjalaitte vastaa paluuviestinä kyseisen arvon. Isäntälaitte voi myös kirjoittaa arvoja orjalaitteen rekistereihin. [21] Pumppaamoala-aseman tapauksessa yhdestä rekisteripaikasta on luettavissa pinnankorkeuden arvo, toisesta ykköspumpun virtamittauksen arvo, kolmannelta tietyn mittauksen tietyn ajanhetken historia-arvo jne. Jotta valvomo-ohjelmisto voisi kommunikoida ala-aseman kanssa, sen on tiedettävä tarkalleen, mistä rekisteripaikasta mikin tieto löytyy. Elsa-2000-ala-asemassa on arviolta 1000–1500 eri rekisteripaikkaa, jotka valvomo-ohjelmistolla täytyy olla tiedossa täydellisen liitettävyyden aikaansaamiseksi.

### 7.2.3 Elsa-2000-selvitys

Tässä työssä tutkittiin koemielessä yhden Elsa-2000-ala-aseman ja Kauko-ohjelmiston välistä liikennettä. Liikennettä tarkkailtiin johtamalla se Modbus-protokolla-analysointiohjelmiston läpi. Modbus-protokollaan perehtymällä sekä muutaman päivän työäärällä oli mahdollista selvittää suuri osa liikennöinnissä käytettävistä muistipaikoista. Selville saatiin kaikki pumppaamon perustoiminnan kannalta oleelliset muisti-

paikat, yhteensä n. 850 kpl. Selvitettyjen muistipaikkojen pohjalta on mahdollista toteuttaa Elsa-2000-ala-aseman keskeiset ohjaus- ja valvontatoiminnot mihin tahansa OPC-rajapintaa tukevaan valvomo-ohjelmistoon.

Elsa-2000-ala-asema valittiin tutkimuskohteeksi koska se on laajimmassa käytössä oleva ala-asematyyppi, joten käytössä olevien 165 Elsa-2000-laitteen hyödyntämismahdollisuudella on erittäin suuri vaikutus yhtenäistämiprojektin kustannuksiin.

#### 7.2.4 Elsa-i

Grundfosin uudemman pumppaamonohjauslaitteen Elsa-i:n liikennöinti GPRS-yhteydellä on hyvin samankaltaista kuin vanhemman Elsa-2000:n. Suurimpana erona on, että Elsa-i ei käytä liikennöintiin Modbusia vaan Unitronicsin kehittämää PCOM-protokollaa [5]. PCOMissa on paljon samaa kuin Modbusissa, mutta sitä käyttävät vain Unitronicsin laitteet. Elsa-i:n kanssa kommunikointiin liittyvät samat ongelmat kuin Elsa-2000-laitteeseen.

Laitteita on asennettuna 17 kappaletta, joten niiden vaikutus yhtenäistämiprojektiin on Elsa-2000:ta vähäisempi. Elsa-i:n pohjana oleva Unitronicsin V120-logiikka on laitteistona nykyaikainen ja täysin soveltuva varsinkin pienempien pumppaamoiden ohjaukseen.

#### 7.2.5 Labko 901 ja V280

Molemmat Labkon GPRS-yhteydellä varustetut ala-asemat kommunikoivat valvomo-ohjelmiston kanssa Modbus-protokollan avulla [2]. Liityntä valvomon kanssa on toteutettu lähes samalla tavalla kuin Elsa-2000:n tapauksessa. Ainoana erona on, että valvomo-ohjelmisto yhdistyy Modbus-palvelimeen Intouchin omalla Suitelink-rajapinnalla [6] eikä OPC:llä. Tarvittaessa Modbus-palvelin on korvattavissa versiolla, joka tukee Suitelinkin sijasta OPC:tä.

Labko ala-asematoimituksiin kuuluu myös aseman sovellusohjelma, joten Modbus-kommunikoinnissa tarvittavat rekisteripaikat on selvitettävissä sovellusohjelmasta. Laa-

jempaa uudistusta suunniteltaessa rekisteripaikkoja ja niiden luovutuspolitiikkaa on tiedusteltava Labkolta.

#### 7.2.6 Espoon Omron-ala-asetat

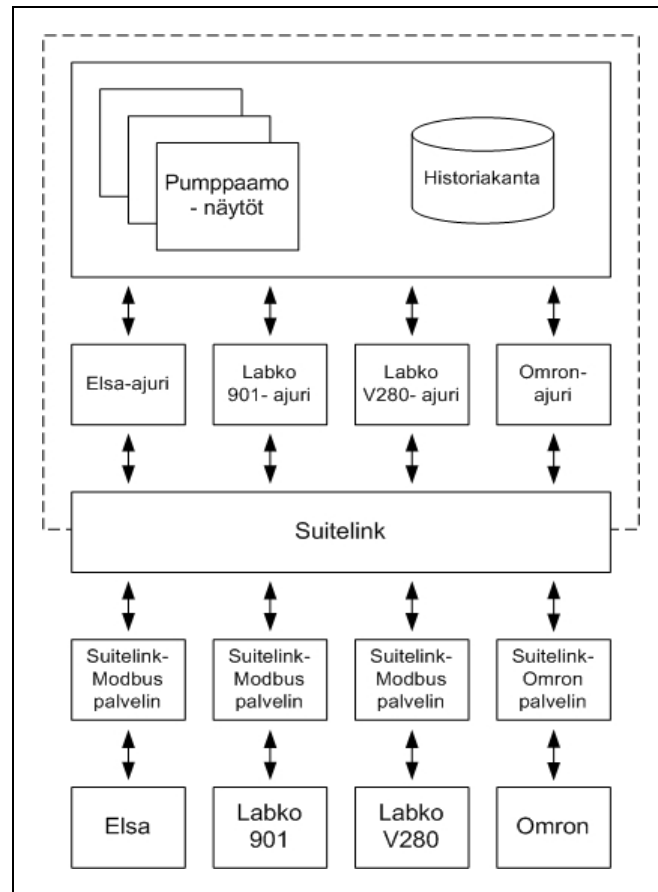
Instan toimittamissa Omronin ala-asemissa valvomon ja ala-aseman välistä kommunikointia ohjaavat keskuslogiikka. Valvomo-ohjelmisto pyytää kyseltäviä tietoja keskuslogiikalta, joka ohjaa pyynnöt edelleen toistinaseman kautta ala-asemille [1; 7]. Radio-modeemiverkon rakenteesta johtuen koko verkkoa logiikkoineen on käsiteltävä yhtenä kokonaisuutena, kun suunnitellaan sen liittämistä uuteen valvomo-ohjelmistoon. Ratkaisuna voi olla keskuslogiikan liittäminen uuteen valvomo-ohjelmistoon samalla tavalla kuin se on nyt liitetty Omronin-valvomon päälle toteutettuun Ahti-valvomoon. Keskuslogiikka on myös Omronin valmistama ja kommunikointi sen kanssa onnistuu saatavilla olevien liityntäohjelmien avulla. Tällaisia ovat esimerkiksi Klinkmannin tuottamat Omron-OPC- ja Omron-Suitelink-liityntäohjelmat. Laajempaa uudistusta suunniteltaessa liitännätyön tarkemmat yksityiskohdat on selvitettävä Instan kanssa.

#### 7.2.7 Espoon muut ala-asetat

Espoon Unitronics-ala-asettien tekstiviestiliityntä on helppo toteuttaa mihin tahansa valvomo-ohjelmistoon. Ennen liitännätoimiin ryhtymistä tulee kuitenkin harkita tekstiviestiliikenteen korvaamista jollakin varmemmalla ja jatkuvammalla yhteysmuodolla.

### 7.3 Periaatteellinen malli yhtenäisen järjestelmän toteutuksesta

Jos kaikki nyt laajemmin käytössä olevat ala-asetat liitettäisiin uuteen pumppaamojärjestelmään, järjestelmään tulisi yhteensä kuuden eri tyyppin ala-asetia. Jotta järjestelmän rakenne pysyisi selkeänä, on ala-asettien liityntöjen suunnitteluun kiinnitettävä erityistä huomiota. Yksi vaihtoehto voisi olla rakentaa jokaiselle ala-asetatyypille niin sanottu ajuri. Ajurin rajapinta ylöspäin pumppaamokuvaan ja historiakantaan olisi kaikille ala-asetatyypeille sama. Rajapinta alaspäin ala-asetalle olisi ala-asetakohtainen. Eri ala-asetilla on todellisuudessa saatavilla eri määrä mittaustietoja. Asian voisi ratkaista niin, että jokaisessa ajurissa on paikat kaikille tiedoille, mutta vain oikeasti saatavana olevat näytetään valvomossa ja kerätään historiaan. Ajureiden tekemisen voisi mahdollisesti tilata kunkin ala-aseman toimittajalta.



Kuva 3. Periaatepiirros uuden valvomon rakenteesta.

Kuvassa 3 on periaatepiirros mahdollisesta valvomototeutuksesta. Kuvassa on oletettu, että valvomo toteutetaan InTouch-ohjelmistolla, joten ulkoiset rajapinnat on toteutettu Wonderwaren Suitelink-protokollalla. Mikäli käytetään muita ohjelmistoja, voidaan liitynnät toteuttaa esimerkiksi OPC:llä. Katkoviivan sisällä oleva osa on toteutettu InTouch-ohjelmistossa. Alhaalla, ala-aseman ja InTouch-Suitelink rajapinnan välissä olevat Suitelink-palvelimet ovat vastaavia kuin jo käytössä olevat Helsingin ja Vantaan järjestelmissä.

## 8 Yhteenveto

Tämän selvitystyön tavoitteena on ollut kartoittaa asennettuna olevaa laitekantaa sekä käytössä olevia valvomo-ohjelmistoja ja siten luoda edellytyksiä kaukokäyttöjärjestelmien yhtenäistämiseksi. Tutkittava kenttä on ollut erittäin laaja, joten kaikkia tarvittavia tietoja ei välttämättä ole saatu, mutta uskon, että se antaa silti hyvän kokonaiskuvan

nyt käytössä olevasta tekniikasta sekä myös hieman suuntaviivoja siitä, mihin suuntaan järjestelmiä tulisi kehittää.

Yhtenäistämiprojektin seuraavassa vaiheessa tulee luoda yhtenäistämiselle etenemissuunnitelma, sekä myös suunnitelma töistä, jotka tarvitaan ennen yhtenäistämisen aloittamista.

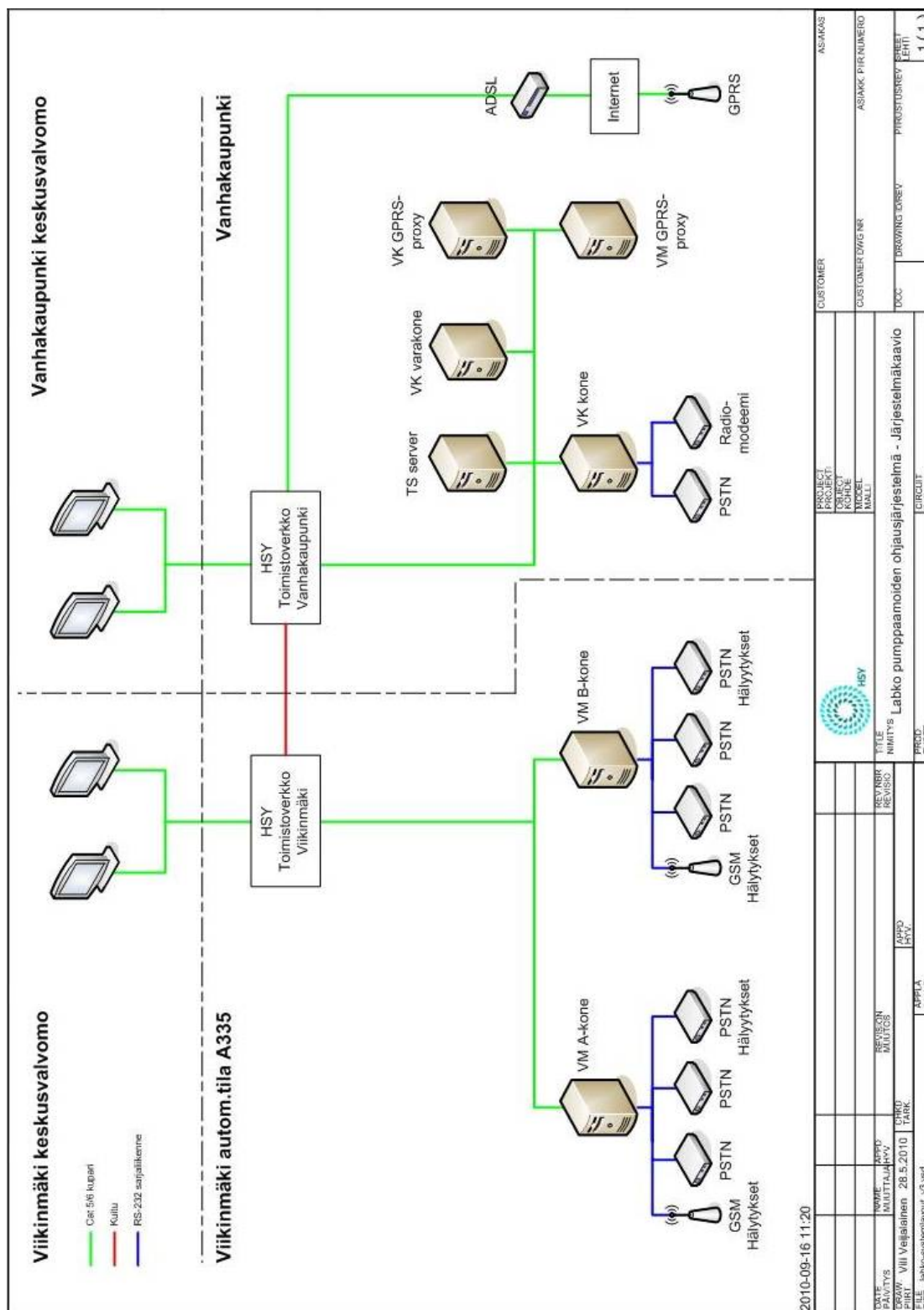


## Lähteet

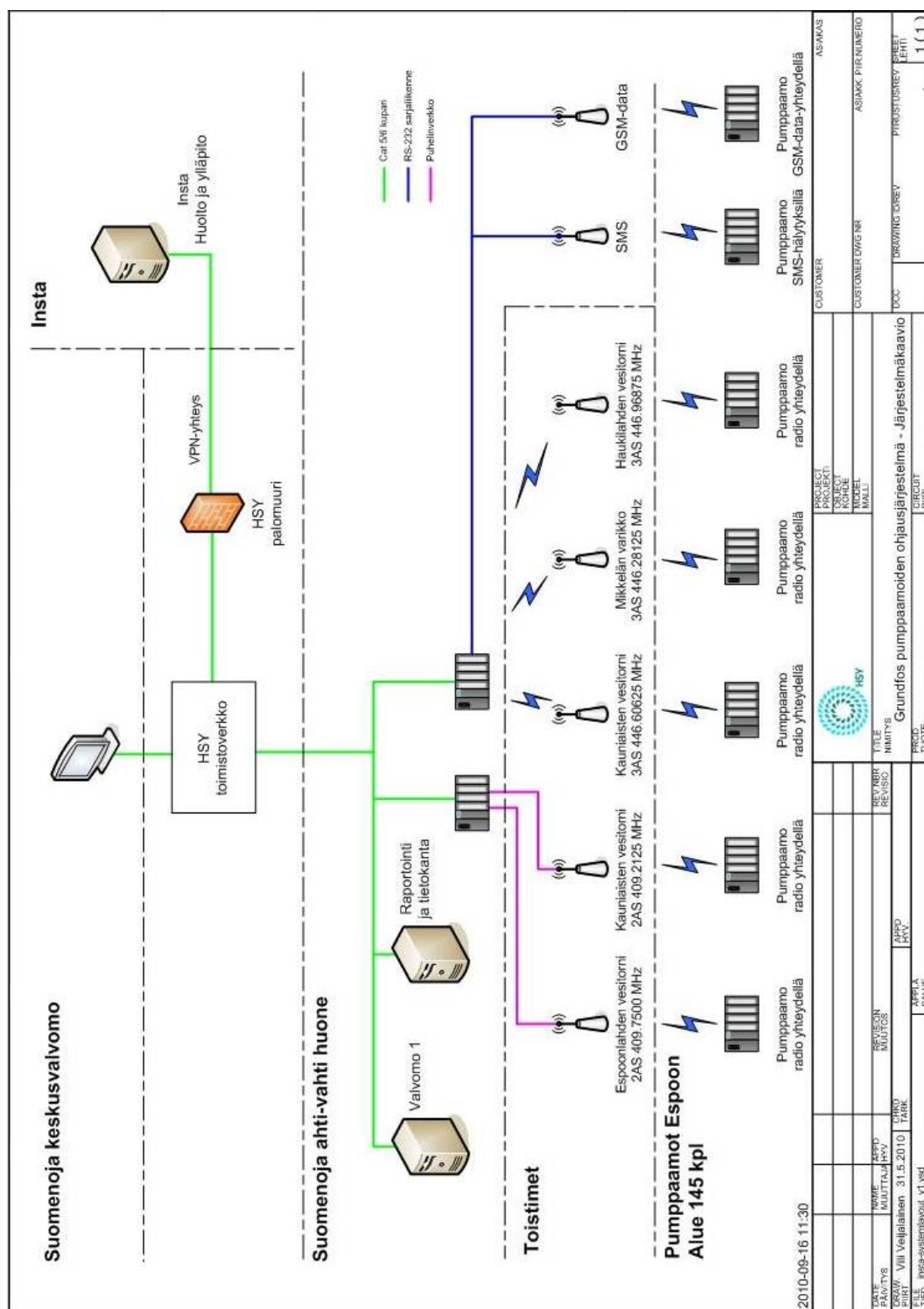
- 1 Insta Automation Oy. Espoon Ahti-järjestelmä. Järjestelmän loppudokumentaatio.
- 2 Oy Labkotec Ab. Labko 901 -ala-asema. Käyttöopas. Versio 1.30. 1.2.1998.
- 3 Oy Grundfos Pumput Ab. Elsa-2000 Käyttö ja –asennusohje. Versio 6.
- 4 Oy Grundfos Pumput Ab. Elsa-i Käyttö ja –asennusohje. versio 4.
- 5 Mikkilä, Tapani. Oy Grundfos Pumput Ab, Helsinki. Keskustelu 22.6.2010.
- 6 Korhonen, Jukka. Toimialapäällikkö, Labkotec Oy, Helsinki. Keskustelu 24.6.2010.
- 7 Huuha, Jarkko. Insta Automation Oy, Espoo. Keskustelu 29.6.2010.
- 8 Oy Grundfos Pumput Ab, Kauko7-järjestelmä. Käyttöohje. 2008.
- 9 Sulin, Tapani. Käyttöpäällikkö, Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy, Hämeenlinna. Keskustelu 21.7.2010.
- 10 Kainulainen, Olli. Pumppaamomestari, Helsingin seudun ympäristöpalvelut - kuntayhtymä, Helsinki. Keskustelut 1.5.2010–1.9.2010.
- 11 Alvasto, Jari. Automaatiomestari, Helsingin seudun ympäristöpalvelut - kuntayhtymäkeskustelu, Espoo. Keskustelut 1.5.2010–1.9.2010.
- 12 Lukkarinen, Tomi. Automaatioasiantuntija, Helsingin seudun ympäristöpalvelut - kuntayhtymä, Helsinki. Keskustelut 1.5.2010–1.9.2010.
- 13 Elisa Oyj. Vantaan pumppaamoiden tiedonsiirtokulut. Puhelinlasku ajalta 1.2.2010–21.3.2010.
- 14 Elisa Oyj. Helsingin pumppaamoiden tiedonsiirtokulut. Puhelinlasku ajalta 1.2.2010–21.3.2010.
- 15 Klinkmann Oy. MODBUS MASTER/SLAVE Serial and Ethernet Communication Server, User Manual, Ver 1.x Rev 2.1
- 16 Salonen, Jarmo. Pumppaamoasiantuntija, Helsingin seudun ympäristöpalvelut – kuntayhtymä, Helsinki. Keskustelu 7.6.2010.
- 17 Satel Oy. SATELLINE-3AS NMS. User Guide. Version 4.0. Finland 2010.
- 18 Viestintävirasto. Radiomodeemeja käyttävien kiinteiden radioverkkojen taajuudet ja rakenteelliset vaatimukset. WWW-julkaisu. 29.1.2010. Luettu 1.7.2010.
- 19 Invensys inc. Wonderware InTouch, Datasheet, PN 15-0196, Rel. 11/08

- 20 Omron Europe B.V. CX-SUPERVISOR V3. Datasheet
- 21 Modbus Organization. MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION. Version 1.1b.
- 22 Hirvonen, Toni. Klinkmann Oy, Helsinki. Keskustelu 4.8.2010.
- 23 Telit Communications S.p.A. Telit GT863-PY GPRS terminal. Datasheet. 2010.

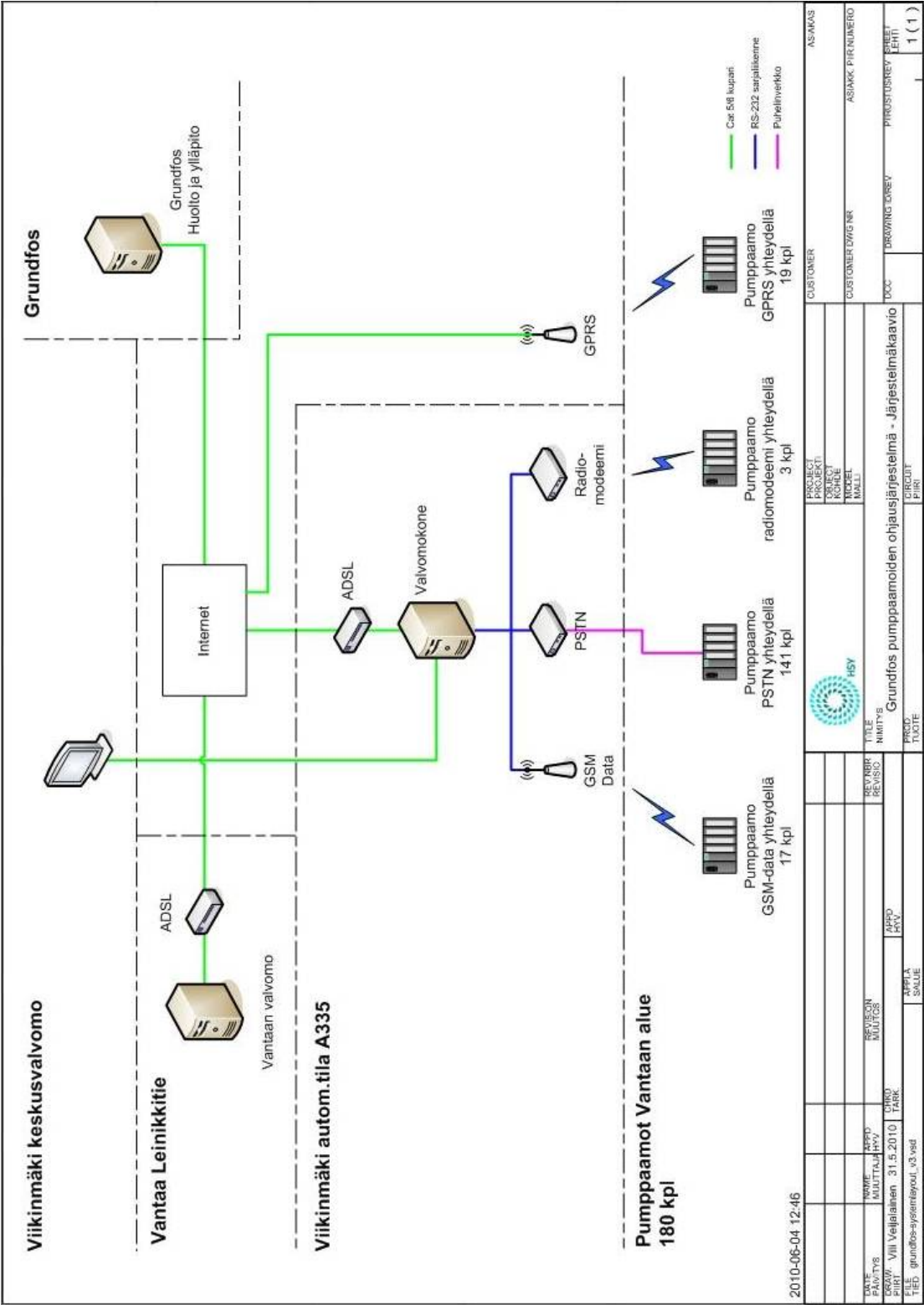
## Liite 1. Helsingin Labko-järjestelmän järjestelmäkaavio



## Liite 2. Espoon Ahti-järjestelmän järjestelmäkaavio



Liite 3. Vantaan Kauko-järjestelmän järjestelmäkaavio



## Liite 4. Laskelma Helsingin soittomodeemien korvaamisesta GPRS-modeemeilla

### Soittomodeemien korvaaminen GPRS-modeemeilla Helsinki

				kk	vv	vv	vv
				1	1	5	10
PSTN	kpl	kk-maksu	puhelu- maksu				
Ala-asemat	90	8	1,00	810	9720	48600	97200
Valvomoliittymä 1	1	10	698,80	709	8506	42528	85056
Valvomoliittymä 2	1	10	715,49	725	8706	43529	87058
Valvomoliittymä (häly) 3	1	10	2,51	13	150	751	1501
Valvomoliittymä 4	1	10	1001,88	1012	12143	60713	121425
Valvomoliittymä 5	1	10	249,96	260	3119	15597	31195
Valvomoliittymä (häly) 6	1	0	2,40	2	29	144	287
			yht:	3531	42372	211861	423723

				kk	vv	vv	vv
				1	1	5	10
GPRS	kpl	kk-maksu	puhelu- maksu				
Ala-asemat	90	10	0,00	900	10800	54000	108000
Valvomoliittymä (ADSL)	1	50	0,00	50	600	3000	6000
			yht:	950	11400	57000	114000

	kk	vv	vv	vv
	1	1	5	10
Säästo käyttökustannuksissa käytettäessä GPRS:ää:	2581	30972	154861	309723

### Uusien GPRS-modeemien kuoletus

					kk	vv	vv	vv
					1	1	5	10
kpl	modeemin hintaa	käyttöön- otto	kulut yhteensä	takaisin- maksuaika (vuosia)				
90	200	400	54000	1,7	-51419	-23028	100861	255723

## Liite 5. Laskelma Vantaan soittomodeemien korvaamisesta GPRS-modeemeilla

### Soittomodeemien korvaaminen GPRS-modeemeilla

#### Vantaa

				kk	vv	vv	vv
				1	1	5	10
PSTN	kpl	kk-maksu	puhelu maksu				
Ala-asemat	140	8	1,00	1260	15120	75600	151200
Valvomoliittymä	1	10	630,00	640	7680	38400	76800
yht:				1900	22800	114000	228000

				kk	vv	vv	vv
				1	1	5	10
GPRS	kpl	kk-maksu	puhelu-maksu				
Ala-asemat	140	5	0,00	700	8400	42000	84000
Valvomoliittymä (ADSL)	1	50	0,00	50	600	3000	6000
yht:				750	9000	45000	90000

				kk	vv	vv	vv
				1	1	5	10
Säästö käyttökustannuksissa käytettäessä GPRS:ää:				1150	13800	69000	138000

#### Uusien GPRS-modeemien kuoletus

					kk	vv	vv	vv
					1	1	5	10
kpl	modeemin hinta	käyttöön-otto	kulut yhteensä	takaisin-maksuaika (vuosia)				
140	200	400	84000	6,1	-82850	-70200	-15000	54000

## Liite 6. Laskelma Helsingin soittomodeemien korvaamisesta radiomodeemeilla

### Soittomodeemien korvaaminen radio-modeemeilla Helsinki

				kk	vv	vv	vv
PSTN	kpl	kk-maksu	puhelu- maksu	1	1	5	10
Ala-asemat	90	8	1,00	810	9720	48600	97200
Valvomoliittymä 1	1	10	698,80	709	8506	42528	85056
Valvomoliittymä 2	1	10	715,49	725	8706	43529	87058
Valvomoliittymä (häly) 3	1	10	2,51	13	150	751	1501
Valvomoliittymä 4	1	10	1001,88	1012	12143	60713	121425
Valvomoliittymä 5	1	10	249,96	260	3119	15597	31195
Valvomoliittymä (häly) 6	1	10	-7,61	2	29	144	287
yht:				3531	42372	211861	423723

				kk	vv	vv	vv
Radio	kpl	kk-maksu	puhelu- maksu	1	1	5	10
Ala-asemat	90	1,25	0,00	113	1350	6750	13500
Valvomoliittymä	4	1,25	0,00	5	60	300	600
yht:				118	1410	7050	14100

	kk	vv	vv	vv
	1	1	5	10
Säästö käyttökustannuksissa käytettäessä Radioita:	3414	40962	204811	409623

Uusien Radio-modeemien kuoletus						kk	vv	vv	vv
kpl	modeemin hint	tarvikkeet (ant. + muut)	asennus ja softapäivitys	kulut yhteensä	takaisin- maksuaika (vuosia)	1	1	5	10
94	800	200	400	131600	3,3	-128186	-90638	73211	278023



## Liite 7. Laskelma Vantaan soittomodeemien korvaamisesta radiomodeemeilla

Soittomodeemien korvaaminen radio-modeemeilla  
Vantaa

				kk	vv	vv	vv
PSTN	kpl	kk-maksu	puhelu- maksu	1	1	5	10
Ala-asemat	140	8	1,00	1260	15120	75600	151200
Valvomoliittymä	1	10	630,00	640	7680	38400	76800
			yht:	1900	22800	114000	228000

				kk	vv	vv	vv
Radio	kpl	kk-maksu	puhelu- maksu	1	1	5	10
Ala-asemat	140	1,25	0,00	175	2100	10500	21000
Valvomoliittymä	4	1,25	0,00	5	60	300	600
			yht:	180	2160	10800	21600

	kk	vv	vv	vv
	1	1	5	10
Säästö käyttökustannuksissa käytettäessä Radioita:	1720	20640	103200	206400

Uusien Radio-modeemien kuoletus						kk	vv	vv	vv
kpl	modeemin hintaa	tarvikkeet (ant. + muut)	asennus ja softapäivitys	kulut yhteensä	takaisin- maksuaika (vuosia)	1	1	5	10
144	800	200	400	201600	9,8	-199880	-180960	-98400	4800